

**Metodologias de Aquisição de Informação Geográfica  
para o Projeto MGCP (*Multinational Geospatial  
Co-production Program*)**

**Renata Soraia Ribeiro Catarino**

**Relatório de Estágio de Mestrado em Gestão  
do Território – Deteção Remota e SIG**

**Nota:** Renata Catarino, Metodologias  
de Aquisição de Informação Geográfica  
para o projeto MGCP, 2015

**Outubro 2015**

**Metodologias de Aquisição de Informação Geográfica  
para o Projeto MGCP (*Multinational Geospatial  
Co-production Program*)**

**Renata Soraia Ribeiro Catarino**

**Relatório de Estágio de Mestrado em Gestão  
do Território – Detecção Remota e SIG**

**Outubro 2015**

Relatório de Estágio apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território na especialidade de Deteção Remota e SIG realizado sob a orientação científica do Professor Rui Pedro Julião e do Engenheiro Geógrafo Nuno Pinto Jordão.

## Dedicatória

Aos meus familiares – pai, mãe, irmãos, sobrinha e avó – que sempre me apoiaram em tudo e estiveram sempre presentes em todos os momentos, bons e maus, da minha vida.

Aos meus amigos, sobretudo à Joana Pereira e Diogo Fialho que estiveram sempre presentes e que contribuíram de certa forma para a conclusão de mais uma etapa da minha vida académica.

Aos meus colegas de curso – Nádia Lopes, Ricardo Caeiro, Bruno Janeco, André Adro, André Serrenho, João Miguel Gonçalves, Cláudio Algarvio, João Macedo, Pedro Montez – pela paciência, pelo carinho, pela amizade e companheirismo ao longo destes cinco anos.

Ao João Dias, pelo apoio e paciência que sempre teve.

A todos vós: OBRIGADO!

## Resumo

Dadas as alterações constantes e repentinas nas sociedades atuais, é importante conseguir dar resposta a essa realidade, mantendo estruturadas e atualizadas todas as informações que permitem a implementação de projetos e tomada de decisões. Deste modo, é fundamental fazer o levantamento cartográfico para base de dados, pois embora este esteja sempre sujeito a atualização contínua, poderá dar resposta a estas alterações.

Posto isto, o conhecimento, mesmo que superficial, dos sistemas de informação geográficos e das tecnologias de informação geográficas é importante para a realização de levantamentos cartográficos, por exemplo, de forma a melhorar a eficiência, o custo e, até mesmo, a qualidade com que são executados os projetos.

O projeto *Multinational Geospatial Co-production Program* (MGCP) é um projeto internacional que tem como objetivo cartografar as áreas de maior interesse, para os países envolvidos no projeto, a uma escala 1:50 000 ou 1:100 000; este obedece a um conjunto de regras definidas no catálogo de objetos do projeto, o que permite uma produção homogénea, em que, por exemplo, uma linha de água deve ser adquirida de igual modo, em Portugal ou em qualquer outro país integrante do projeto. Assim, pode dizer-se que o objetivo deste trabalho é dar a conhecer as metodologias de aquisição da informação geográfica no projeto, isto é, de que forma é adquirida cada tipo de objeto presente no catálogo.

Palavras-chave: Sistemas de Informação Geográfica; informação geográfica; produção cartográfica

## Abstract

Given the sudden and constant changes in nowadays societies, it is important to give an answer to that reality, by keeping structured and updated all the informations that allow the projects implementation and decision -making. Thus, it is fundamental to do a cartographic survey to a database, even though this database is always subject to constant updatings. it may answer these changes.

Hereupon, the cognisance, even if it is superficial, of the geographic information systems and the geographic information technologies, it is important to the execution of the cartographic surveys, for example, of the way of improving efficiency, the cost, and even the quality of the execution of the projects.

The "Multinational Geospatial Co-production Program (MGCP)" project, it is an international project wich aims to map the areas of greatest interest. to the countries involved in the project, on a scale of 1:50 000 or 1: 100 000; this obeys to a set of rules determined in the catalog objects of the project, what allows a homogeneous production, where, for example, a water course must be purchased on equal way, whether in Portugal or in any other country participating in the project. This way, we can say the main goal of this work is to give people to know the acquisition methods of the geographic informations on the project, namely, in what way each kind of onject, on the catalog, is acquired

Keywords: Geographic Information Systems; geographic information; cartographic production

## Agradecimentos

*Ao Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE), pela forma como fui recebida, por toda a atenção disponibilizada ao longo do estágio, por todo o suporte técnico que me disponibilizou.*

Aos meus orientadores de estágio, Major Art. Eng. Geógrafo Nuno Jordão e Professor Rui Pedro Julião, que estiveram sempre disponíveis.

Aos camaradas da secção do MGCP, sobretudo, ao Tenente Jesus e Sargento-Ajudante Castanheira, pela paciência e disponibilidade que tiveram sempre que precisei de ajuda.

A todos os militares e funcionários do CIGeoE, que se mostram sempre disponíveis.

# Índice de matérias

1.	Introdução .....	1
1.1.	Apresentação da problemática.....	1
1.2.	Objetivos .....	2
1.3.	Estado da arte .....	3
1.4.	Organização do trabalho.....	4
2.	Fundamentação teórica.....	5
2.1.	Componentes dos SIG.....	5
2.2.	Estruturas de dados e instrumentos de análise .....	6
2.2.1.	Modelos de dados .....	6
2.3.	Princípios genéricos deteção remota .....	8
2.4.	Satélites.....	11
2.4.1.	Os sistemas sensores e as resoluções .....	11
2.5.	Enquadramento da área de estudo .....	14
3.	Metodologia .....	19
3.1.	Enquadramento da problemática.....	19
3.2.	Dados .....	20
3.3.	Catálogo de objetos .....	21
3.4.	Fonte de dados primários .....	23
3.5.	Extração da informação geográfica .....	23
3.5.1.	Elementos lineares .....	24
3.5.2.	Elementos pontuais .....	31
3.5.3.	Elementos poligonais.....	32
3.6.	Validação.....	34
4.	Conclusão.....	37
5.	Bibliografia .....	40



## Índice de figuras

Figura 1: Componentes dos SIG: Fonte: JULIÃO, 2001.....	6
Figura 2: Espectro eletromagnético. Fonte: <a href="http://naciin-kosta.blogspot.pt/">http://naciin-kosta.blogspot.pt/</a> . ....	10
Figura 3: Dinâmica do processo de posicionamento dos satélites de navegação. A, B, C: satélites; D, E, F: aparelhos recetores nas superfícies marítima e terrestre e no espaço aéreo terrestre, respetivamente; G: estação de controlo e H: estação transmissora. Fonte: OLIVEIRA, 2013. ....	11
Figura 4: Mapa climático de África, segundo a classificação de Köppen-Geiger. Fonte: OLIVEIRA, 2013.....	14
Figura 5: Enquadramento da célula E015S10.....	15
Figura 6: Área de aquisição. ....	16
Figura 7: Excerto exemplificativo da mesma área de estudo com ferramentas distintas. Em cima: GoogleEarth ( <i>software</i> utilizado apenas como suporte secundário); em baixo: excerto da área de estudo (imagens de satélite Worldview-2).....	17
Figura 8: Excerto de imagem do satélite Worldview-2 para a área de estudo.....	18
Figura 9: Guia de extração MGCP. Fonte: OLIVEIRA, 2013. ....	22
Figura 10: Informação auxiliar; à esquerda Modelo Digital de Terreno e à direita raster de Angola 1950. ....	23
Figura 11: Exemplo que aquisição de um rio, em forma de linha e polígono.....	25
Figura 12: Posicionamento das linhas de água face à imagem de satélite, ao Modelo Digital de Terreno e ao raster de Angola de 1950. ....	27
Figura 13: Exemplo de aquisição da rede viária. A: Linha ferroviária; B: Estrada; C: Caminho carreteiro; D: Caminho pé posto. ....	28
Figura 14: Vetorização de caminhos menos visíveis para o operador.....	30
Figura 15: Exemplo de aquisição de edifícios com área superior a 625 m <sup>2</sup> . ....	31
Figura 16: Diferença dos níveis de contraste e brilho (habitação precária). ....	32
Figura 17: Diferença dos níveis de contraste e brilho (casas). ....	32
Figura 18: Exemplo de aquisição dos elementos poligonais. Azul: rio; verde escuro: ticket 51; verde claro: ticket 25; roxo: agricultura; amarelo: pântano (swamp)..	33
Figura 19: Exemplo de aquisição de uma área urbana. ....	33
Figura 20: Tipos de erros topológicos. ....	35

Figura 21: Imagem da esquerda (fornecida pela NGA) obtida em 03/07/2010; imagem da direita (*Google Earth*) obtida em 2/10/214. .... 38

## Índice de tabelas

Tabela I: Tipos de implementação (pontos, linhas e polígonos) nos diferentes modelos de dados (raster e vetor).....	7
Tabela II: Vantagens, desvantagens e origem dos diferentes modelos de dados. ....	8
Tabela III: Características dos diferentes satélites: Landsat 7, SPOT 6, Quickbird-2, WorldView-1 e Worldview-2. Fonte: OLIVEIRA, 2013 (adaptado). ....	13
Tabela IV: Dados utilizados para a aquisição da informação geográfica da célula E015S10.....	20

## Lista de abreviaturas

CIGeoE	Centro de Informação Geoespacial do Exército
DFDD	<i>DGIWG Feature Data Dictionary</i>
DR	Deteção Remota
GAIT	<i>Geospatial Analysis Integrity Tool</i>
GDB	<i>GeoDataBase</i>
IGW	<i>International Warehouse Geospatial</i>
MDT	Modelo Digital do Terreno
MGCP	<i>Multinational Geospatial Co-production Program</i>
NFI	<i>Named Feature Identifier</i>
NGA	<i>National Geospatial-Intelligence Agency</i>
NIR	Infravermelho próximo
REM	Radiação eletromagnética
RGB	<i>Red, Green, Blue</i>
.shp	<i>ShapeFile</i>
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
TIG	Tecnologias de Informação Geográfica
TRD	<i>Technical Reference Documentation</i>
VMAP 1	<i>Vector Map 1</i>
2D	<i>Duas dimensões</i>

## 1. Introdução

*“As Tecnologias de Informação Geográfica (TIG), nomeadamente os Sistemas de Informação Geográfica têm vindo a assumir um papel cada vez mais importante em diversas organizações, nomeadamente nas relacionadas com a gestão territorial.” (JULIÃO, 2001)*

Assim, pode dizer-se que a localização geográfica dos eventos, elementos do território e fenómenos, contribuiu em grande parte, para o desenvolvimento das atividades humanas, uma vez que o domínio da informação e o conhecimento espacial conduziram para as mudanças sociais, políticas e económicas.

O conceito de informação geográfica não se define apenas à informação cartográfica; “[...] ele deverá ser entendido num sentido lato que engloba todo o tipo de dados diretamente materializáveis sobre a representação cartográfica e suscetíveis de análise espacial.” (JULIÃO, 2001)

Os SIG podem ser considerados uma das ferramentas mais sofisticadas para análise do território e de fenómenos de âmbito territorial. Associando a informação de âmbito estatístico, administrativo e política, em conjunto com a informação gráfica, os SIG apresentam, como uma das principais vantagens, a possibilidade de se poder obter representações espaciais para uma série de fenómenos. Atualmente, os SIG assumem um papel importante, uma vez que facultam meios para a compreensão dos processos de transformação do território em tempo útil.

### 1.1. Apresentação da problemática

O programa MGCP surgiu em 2003 através das agências nacionais de defesa produtoras de informação geográfica. Este tem como objetivo principal adquirir informação geográfica das áreas de maior interesse mundial a uma escala 1:50 000 e 1:100 000, tendo em conta o maior ou menor interesse estratégico da área em questão. A informação geográfica é adquirida sob a forma de vetor, em plataforma

SIG, e servirá para dar suporte espacial aos órgãos militares de apoio à decisão, assim como a missões de interesse público e/ou ações humanitárias.

As ferramentas SIG utilizadas para processamento geoespacial são, atualmente, instrumentos importantes na aplicação em projetos de diversas áreas uma vez que integram dados do mundo real que podem ser obtidos de diferentes fontes e formatos, permitindo a criação de bases de dados georreferenciados, elaboração de análise complexas, entre outros. A recolha de dados para uma base de dados SIG é uma tarefa importante, dispendiosa e demorada, contudo há necessidade de recolher novos dados espaciais e, por isso, é fundamental que a resolução das imagens seja a melhor. Na produção cartográfica é importante que as imagens utilizadas representem a realidade com o máximo de rigor e, simultaneamente, com o menor erro posicional possível. No entanto, para que estes pressupostos possam ser alcançados com maior eficiência é necessário que as imagens tenham qualidade adequada, a qual é viabilizada pela resolução dos sensores.

## 1.2. Objetivos

Este trabalho foca-se na importância da produção de informação geográfica diretamente para uma base de dados, os quais deverão acompanhar as diversas mudanças, quer tecnologias quer do próprio do território. Assim, o objetivo principal deste trabalho passa por apresentar as metodologias de aquisição da informação geográfica para o projeto MGCP, isto é, de que forma é feita a recolha da informação vetorial, seguindo o catálogo de objetos do projeto.

O trabalho é baseado num conjunto de dados adquiridos no âmbito de um estágio académico-profissional no *Centro de Informação Geoespacial do Exército* (CIGeoE), o qual foi suportado pela realização de atividades intrínsecas ao MGCP, através da utilização de imagens do satélite *WorldView-2* pré-processadas <sup>1</sup> (pancromáticas e multiespectrais).

---

<sup>1</sup> Consideram-se pré-processadas, as imagens que foram georreferenciadas em relação ao terreno, retificadas com um MDT e referenciadas umas às outras em ambiente ArcGIS 10.3.1.

### 1.3. Estado da arte

Face às fragilidades a que o mundo está constantemente sujeito (económicas, sociais, ambientais e/ou políticas), verifica-se uma crescente preocupação dos países nas ações de regulação e de procura de sustentabilidade, que em conjunto com o conhecimento dos recursos e potenciais económicos de uma nação/região constitui um importante aliado para o planeamento e gestão dos mesmos; deste modo, pode dizer-se que a produção cartográfica é fundamental para o processo.

Quando se procede à aquisição de informação geográfica a partir de imagens deverá pensar-se, em primeiro lugar, qual a finalidade dessa mesma aquisição, ou seja, se se destina a cartas ou mapas, assim como a escala a que essa informação será representada e, desta forma, é possível considerar a qualidade das imagens a utilizar. As resoluções das imagens devem ser consideradas, nomeadamente a espacial, uma vez que o nível de qualidade permite caracterizar a cobertura da superfície da Terra e, possivelmente, reconhecer mudanças na cobertura, dependendo da densidade de informação a recolher. (Wulder et al., 2008) Assim, com o intuito de facilitar a aquisição de informação, minimizando os custos de tempo e precisão, têm sido elaborados inúmeros estudos em diversos campos que aliam técnicas de deteção remota e de processamento de imagem, tendo em atenção a resolução das imagens a utilizar.

As fotografias aéreas são instrumentos importantes para a produção cartográfica de base, que pode ser definida como a representação “original” de informações adquiridas da superfície terrestre. No entanto, as imagens de satélites têm sido utilizadas, recentemente, para a produção cartográfica de base, visto que o avanço no aumento da resolução temporal, espectral e, sobretudo, espacial dos sensores dos satélites tem contribuído para a melhoria das condições no que respeita à obtenção de diversas informações como os elementos que formam a rede urbana: telhados, passeios, ruas, entre outros. (Lechiu, Filho & Sousa, 2012)

## 1.4. Organização do trabalho

Neste trabalho encontram-se descritos todos os processos desenvolvidos no âmbito do estágio; este apresenta-se dividido por capítulos estruturados da seguinte forma:

- O capítulo 1 – Introdução – apresenta a problemática de estudo na qual o trabalho se desenvolverá, os objetivos de trabalho, assim como um breve enquadramento do problema apresentado;
- O capítulo 2 – Fundamentação teórica – apresenta alguns conceitos, como o conceito dos SIG, os diferentes modelos de dados e, também, conceitos ligados à deteção remota, assim como, as características dos satélites, os quais captam as imagens de satélite utilizadas para a extração de informação geográfica; por fim, é feito um enquadramento geográfico da área de estudo.
- O capítulo 3 – Metodologias – apresenta, de forma mais aprofundada, o problema, nomeadamente a organização do projeto MGCP, os dados utilizados para a aquisição da informação geográfica; apresenta o guia de extração definido pelo projeto MGCP e de que forma este se encontra estruturado, tal como a informação auxiliar que é utilizada, de que forma é feita a extração da informação e, por fim, de que forma esta é validada.
- O capítulo 4 – Conclusão, Resultados e Discussão – apresenta um resumo conclusivo dos processos que compõem o trabalho, assim como algumas propostas do que podem vir a ser os trabalhos futuros.



## 2. Fundamentação teórica

Como referido anteriormente, os SIG podem ser tidos como uma das ferramentas mais sofisticadas para a análise do território, assim como na aquisição de informação geográfica. Deste modo, pode dizer-se que estes permitem a utilização de diversas técnicas, métodos e dados de diferente natureza num processo de análise/decisão integrado e coerente. Segundo Julião (2001) há, pelo menos, três fatores que estão por detrás do sucesso dos SIG:

- Capacidade de integração da componente espacial nos processos de decisão;
- Capacidade de articulação de diferentes fontes de informação e métodos de análise;
- Capacidade de resposta em tempo útil.

### 2.1. Componentes dos SIG

Um SIG deverá ser entendido como um processo que, no âmbito de um determinado quadro institucional, procura dar resposta a uma determinada situação ou cumprir um objetivo específico, através da conjugação de três componentes essenciais:

- Informação georreferenciada
- Ferramentas informáticas (hardware/software)
- Meios humanos

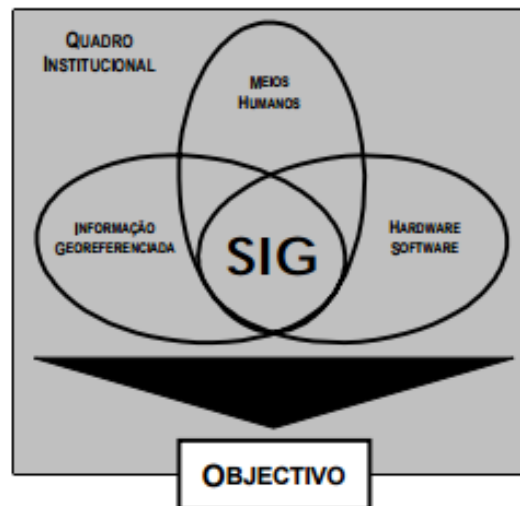


Figura 1: Componentes dos SIG: Fonte: JULIÃO, 2001.

A implementação dos SIG é sustentada pela conjugação destas três componentes, que com o suporte institucional adequado conseguem o sucesso do mesmo. Deste modo, pode dizer-se que para implementar uma estrutura de custos elevados é fundamental definir os objetivos, de forma clara e objetiva.

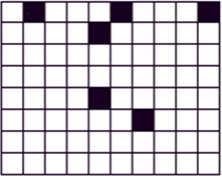

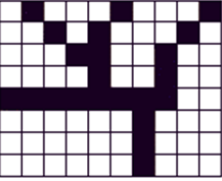

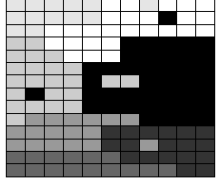

## 2.2. Estruturas de dados e instrumentos de análise

### 2.2.1. Modelos de dados

A representação das entidades espaciais e a forma como estas se apresentam são um dos aspetos mais importantes no que respeita à estruturação da informação. Neste contexto, deve considerar-se quatro primitivas gráficas: pontos, linhas, polígonos e volumes, isto é, todo o espaço real pode ser reduzido às primitivas mencionadas anteriormente, sendo que a mesma entidade pode ser representada de diversas formas, conforme o objetivo da análise e/ou escala.

Contudo, a lógica de estruturação em diferentes primitivas nem sempre se pode aplicar, ou seja, existem dois métodos de estruturação subjacentes ao processamento da informação: a informação matricial (*raster*) e a vetorial.

Tabela I: Tipos de implementação (pontos, linhas e polígonos) nos diferentes modelos de dados (raster e vetor).

Implementação	Raster	Vetor
Pontual		
Linear		
Poligonal		

Um objeto em formato *raster* é o resultado da sobreposição de uma grelha virtual ao território, originando uma série de células (*pixel*), as quais são referenciadas pelas coordenadas que resultam da intersecção de uma linha e de uma coluna. Posto isto, pode dizer-se que a lógica dos objetos espaciais diferenciados é substituída por outra, onde se verifica a uniformização das entidades. Cada uma destas células tem um valor, que pode ter vários significados.

Por sua vez, um objeto vetorial representa a entidade espacial através de uma série de pontos coordenados, ligados entre si, possibilitando seguir os princípios de perceção e representação do território de acordo com uma lógica de objetos diferenciados. (JULIÃO, 2001)

Tabela II: Vantagens, desvantagens e origem dos diferentes modelos de dados.

	Vantagens	Inconvenientes	Origem
Modelo de Dados <i>Raster</i>	Uniformização → Simplificação Aplicação de algoritmos	Rigor geométrico “Peso” da informação Ligação de atributos	Imagens de satélite Conversão vetor-raster Rasterização
Modelo de Dados Vetorial	Rigor geométrico Ligação de atributos	Complexidade Diversidade de formatos	Digitalização Recolha direta (ex: GPS) Conversão raster-vetor

### 2.3. Princípios genéricos deteção remota

Através da observação da superfície terrestre é possível recolher informação de diversas temáticas, como por exemplo, agricultura, exploração de recursos naturais, cobertura do solo, entre outros. Para a recolha deste tipo de informação é fundamental a utilização de um conjunto de práticas: deteção remota. Este processo pode ser encarado como procedimentos que tratam dos métodos da observação e de recolha de informações da superfície terrestre, à distância. O desenvolvimento da deteção remota é resultado do empenho de várias comunidades que abrange avanços nas ciências sociais, na física, na informática, na mecânica, entre outras; envolve uma interação entre a radiação incidente e/ou emitida, assim como os alvos de interesse. Segundo Catalão (2010), a interação dos setes elementos que compõem, do começo ao fim, o processo da deteção remota pode descrever-se da seguinte forma:

- Fonte de energia ou iluminação é responsável por fornecer energia, radiação ou iluminação para o ponto de interesse;
- Interação da radiação com a atmosfera ao deslocar-se do alvo para o sensor;

- Interação da radiação com o alvo, em função das propriedades de ambos;
- Recolha e gravação da energia/radiação eletromagnética (REM) por um sensor;
- Transmissão da REM por um sensor para uma estação de receção e processamento responsável por processar os dados e transformá-los em imagens impressas ou digitais;
- Interceção e análise das imagens processadas por utilizadores com o objetivo de extrair as informações da área registada através de imagens;
- Aplicação das informações extraídas com o intuito de dar resposta a uma questão particular.

Como referido anteriormente, a deteção remota está condicionada à existência de uma fonte de energia que ilumine o alvo, sendo que a radiação eletromagnética proveniente do sol é a mais utilizada neste processo. A radiação eletromagnética pode ser criada através da ocorrência de diversos mecanismos, como a aceleração de cargas elétricas, deterioração de substâncias radioativas, por mudanças ocorridas nos níveis de energia dos eletrões e pelo movimento térmico dos átomos e moléculas. (Campbell, J., Wynne, R., 2011) As reações nucleares no interior do sol produzem um espectro de radiação eletromagnética, que ao ser transmitida através do espaço sem sofrer grandes mudanças, permite a obtenção de imagens da superfície terrestre a partir de sistemas de deteção remota.

O espectro eletromagnético (figura 2) representa o intervalo de frequências das ondas eletromagnéticas, abrangendo uma série de valores que vai de  $10^8$  Hz (ondas de rádio) a  $10^{20}$  Hz (raios gama). Este é dividido em intervalos conhecidos como bandas espectrais, as quais classificam a radiação eletromagnética.

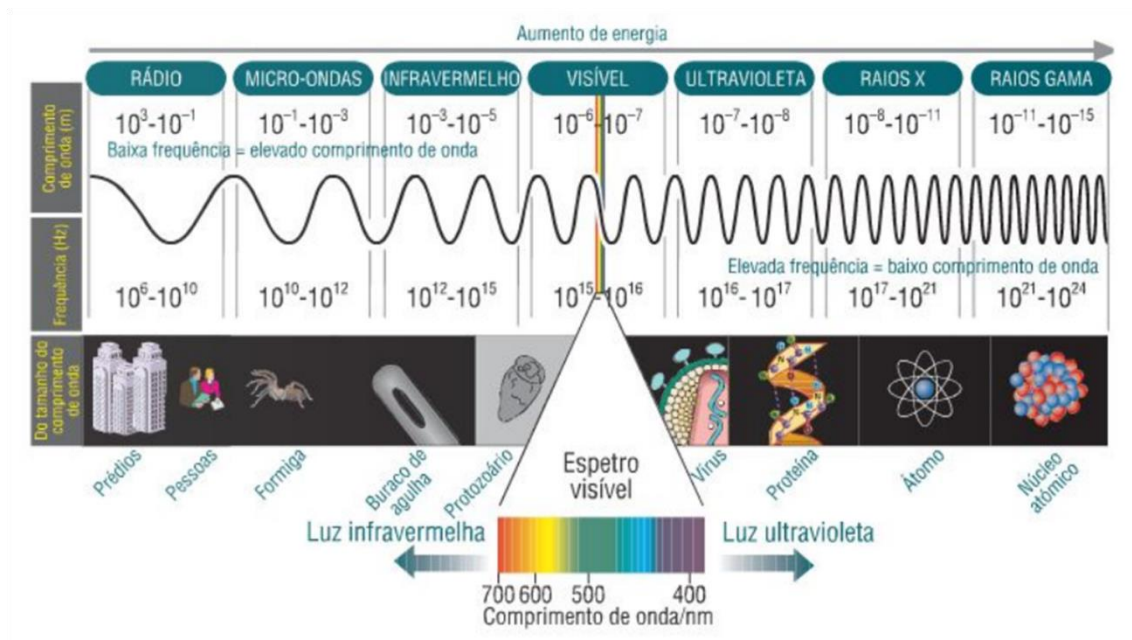


Figura 2: Espectro eletromagnético. Fonte: <http://naciin-kosta.blogspot.pt/>.

Para o ser humano, as diferenças dos objetos são perceptíveis a partir das cores dos objetos, no entanto, em detecção remota para captar imagens, os sensores dos satélites utilizam radiação eletromagnética numa ou mais regiões do espectro (sensores multiespectrais), sendo que, por norma, é adquirida fora da parte do espectro visível. Deste modo, as imagens geradas pela captação de REM proveniente de apenas uma banda de frequências do espectro são designadas de imagens pancromáticas; por sua vez, as que são formadas pela radiação eletromagnética de duas ou mais bandas são designadas como imagens multiespectrais.

*“O comprimento de onda é inversamente proporcional à quantidade de energia transportada por ela.”* (OLIVEIRA, 2013) Desta forma, pode dizer-se que os sensores que funcionam em bandas de comprimento de onda maiores (sensores de baixa resolução espacial, como por exemplo as bandas térmicas do satélite *Landsat*), necessitam que a radiação eletromagnética recebida seja proveniente de um terreno de dimensões maiores, garantindo que a quantidade de energia que chegue ao sensor possa ser detetada. Por outro lado, os sensores de alta resolução espacial funcionam em bandas de comprimento de onda menores, como as bandas do visível e infravermelho próximo (NIR), capazes de detetar a REM proveniente de elementos de terreno de pequenas dimensões.

## 2.4. Satélites

### 2.4.1. Os sistemas sensores e as resoluções

Nesta fase será importante distinguir a detecção passiva da ativa. Entenda-se por detecção passiva aquela que é *“realizada por sistemas de DR que apenas registam e medem a REM (proveniente principalmente da energia solar) quando é emitida, refletida e reemitida em quantidade suficiente que permita a sua captação, o que, por isso, seu funcionamento está muito limitado ao período diurno quando há maior quantidade dessa energia.”* (OLIVEIRA, 2013) Por sua vez, entende-se como detecção ativa os sistemas detentores de fonte de iluminação própria, constituindo uma vantagem em relação aos mencionados anteriormente, uma vez que o seu funcionamento pode ser feito a qualquer hora.



Figura 3: Dinâmica do processo de posicionamento dos satélites de navegação. A, B, C: satélites; D, E, F: aparelhos recetores nas superfícies marítima e terrestre e no espaço aéreo terrestre, respetivamente; G: estação de controlo e H: estação transmissora. Fonte: OLIVEIRA, 2013.

As resoluções dos sensores em detecção remota podem ser definidas em quatro classes distintas: radiométrica, espectral, espacial e temporal.

Segundo Rocha (2002), *“a resolução radiométrica reconhece-se no número de níveis de quantificação utilizados na conversão analógico/digital das variações contínuas de intensidade de radiação que chegam ao sensor (níveis radiométricos).”* Assim, pode concluir-se que quanto maior for o número de níveis, menor a perda de informação.

Entenda-se por resolução espectral, o número e a largura de intervalos do espectro eletromagnético em que é adquirida a imagem pelo sensor. Posto isto, quanto mais pequenos e numerosos são os intervalos, maior é a resolução espectral, logo, mais fácil é a distinção dos objetos/fenómenos na imagem.

Por outro lado, a resolução espacial é definida como a unidade de menores dimensões geométricas que pode ser identificada na imagem; deste modo, quanto maior for a resolução espacial, maior será, também, a capacidade do sensor discriminar objetos próximos.

Por último, a resolução temporal corresponde à frequência com que um determinado sensor obtém imagens da mesma área.

Posto isto, pode dizer-se que cada sensor é limitado no que respeita ao tamanho da menor área da superfície terrestre que pode ser, separadamente, identificada e registada como uma entidade. Numa imagem digital, essa área mínima é denominada como *pixel*; este determina a finura dos padrões, isto é, o detalhe espacial na imagem. O detalhe espacial, além de ser influenciado pela capacidade do sensor, também é pela altitude na qual ele grava as imagens da Terra. Pode concluir-se, assim, que, geralmente, quanto melhor a resolução, menor a área de cobertura da superfície terrestre abrangida por um sensor.



Tabela III: Características dos diferentes satélites: Landsat 7, SPOT 6, Quickbird-2, WorldView-1 e Worldview-2. Fonte: OLIVEIRA, 2013 (adaptado).

	Landsat 7	Quickbird-2	WorldView-1	WorldView-2	SPOT 6
<b>Lançamento</b>	15/04/1999	18/10/2001	18/09/2007	08/10/2009	09/09/2012
<b>Altitude</b>	705 km	Rebaixado de 482 km para 450 km	496 km	770 km	694 km
<b>Inclinação</b>	98,2º	97,2º	97,5º	98º	98,2º
<b>Resolução temporal</b>	16 dias	1 a 3,5 dias dependendo da latitude	s./d.	s./d.	26 dias
<b>Resolução espacial</b>	TM+: Banda 8, pancromática: 15m; Bandas 1-5 e 7: 30m; Banda 6 (IR térmica): 60m	Pancromática: 61cm (GSD no nadir) a 72cm (25° fora-nadir) Multiespectral: 2,40m (GSD no nadir) a 2.88m (25° fora-nadir)	Pancromática: 50cm (GSD) no nadir; 55cm (GSD) a 20º fora-nadir	Pancromática: 46cm (GSD) no nadir; 52cm (GSD) a 20º off-nadir Multiespectral: 1,85m (GSD) no nadir; 2,07m (GSD) a 20º off-nadir	Pancromática: 1,5m; Multiespectral: 8m (união de cores: 1,5m)
<b>Resolução espectral (µm)</b>	ETM+: 0,45 a 12,5 (multiespectral) 0,5 a 9 (pancromática)	4,30 a 4,66 x 10-7m (B); 4,66 x 10-7m (G); 5,90 x 10-7m (R); 7,15 x 10-7m (NIR1); 4,05 x 10-7m (PAN)	3,97 a 9,05 x 10-7m (PAN)	3,96 a 4,42 x 10-7m (Coastal) 4,42 a 5,06 x 10-7m (B); 5,06 a 5,84 x 10-7m (G); 5,84 – 6,24 x 10-7m (Yellow) 6,24 a 6,99 x 10-7m (R); 6,99 a 7,65 x 10-7m (Red Edge); 7,65 a 8,56 x 10-7m (NIR1); 8,56 a 4,47 x 10-7m (NIR2); 4,47 a 8,0 x 10-7m (PAN)	0,45 a 0,52 (B) 0,53 a 0,59 (G) 0,62 a 0,69 (R) 0,76 a 0,89 (NIR) 0,45 a 0,75 (PAN)
<b>Resolução radiométrica</b>	ETM+: 2 <sup>8</sup> bits	2 <sup>11</sup> bits	2 <sup>11</sup> bits	2 <sup>11</sup> bits	2 <sup>12</sup> bits (2 <sup>10</sup> bits úteis)

## 2.5. Enquadramento da área de estudo

Embora situada na África Central Ocidental, numa zona intertropical, Angola possui um clima que não é influenciado apenas por esta condição, mas, também, pela morfologia do terreno, pela corrente de Benguela, assim como pela proximidade do deserto de Namibe. Por norma, o clima é caracterizado por apresentar apenas duas estações: chuvosa com temperaturas elevadas (de outubro a abril) e a seca com temperaturas amenas (de maio a setembro). No entanto, as temperaturas e a paisagem alteram-se gradualmente de norte para sul.

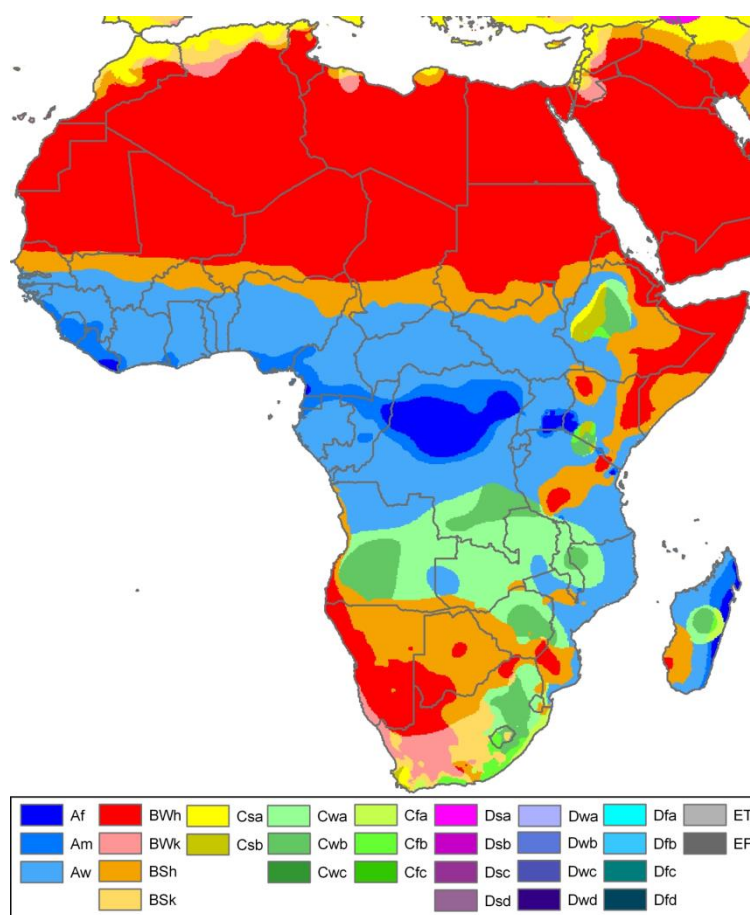


Figura 4: Mapa climático de África, segundo a classificação de Köppen-Geiger. Fonte: OLIVEIRA, 2013.

Deste modo, pode dizer-se que a parte norte possui temperaturas elevadas com uma média anual em torno dos 26°C, apresentando maiores índices de pluviosidade (clima tropical quente e húmido). Nos planaltos do norte e centro, as precipitações são igualmente elevadas, embora apresentem temperaturas mais amenas, cuja média anual é de 19°C (clima temperado tropical). Ao longo da planície

costeira, as precipitações vão baixando – de norte para sul –, sendo influenciadas, sobretudo, pela corrente de Benguela, que passa ao longo da parte sul da costa, tornando-a semi-árida ou árida ao aproximar-se do Deserto de Namibe, sujeita a grandes massas de ar tropical continental. (OLIVEIRA, 2013)

As áreas de aquisição encontram-se divididas por células de 1º por 1º que, por sua vez, estão subdivididas em 16 subcélulas com aproximadamente 28 km por 28 km de área cada. Esta subdivisão é elaborada pelo CIGeoE de modo a facilitar a distribuição das áreas de aquisição da informação geográfica.

Para este trabalho foram utilizadas quatro subdivisões da célula E015S10, que foram um quadrante, situada a sudeste de Luanda, na província de Kwanza Norte, delimitada nos seus vértices pelas seguintes coordenadas geográficas: 15°0'0"E 9°0'0"S - 15°0'0"E 9°30'0"S - 16°0'0"E 9°30'0"S e 15°30'0"E 9°0'0"S.

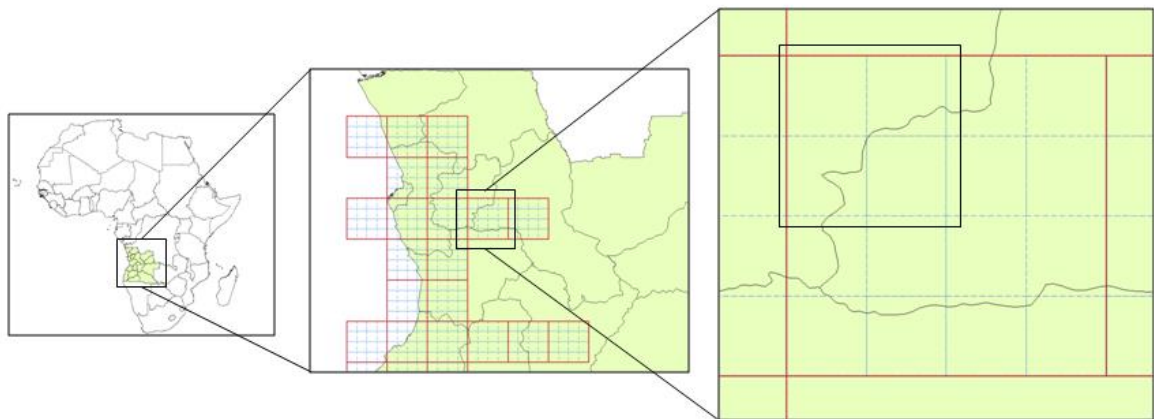


Figura 5: Enquadramento da célula E015S10.

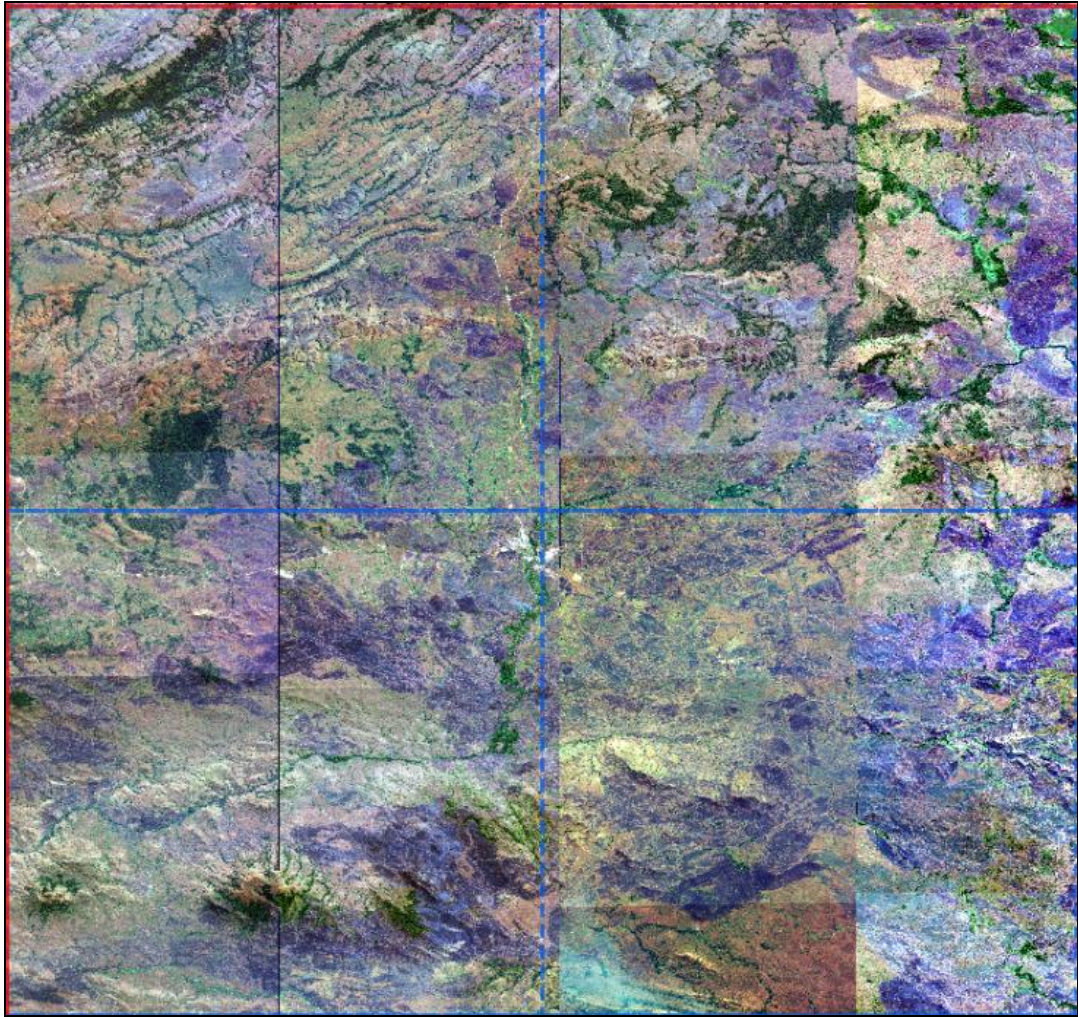


Figura 6: Área de aquisição.



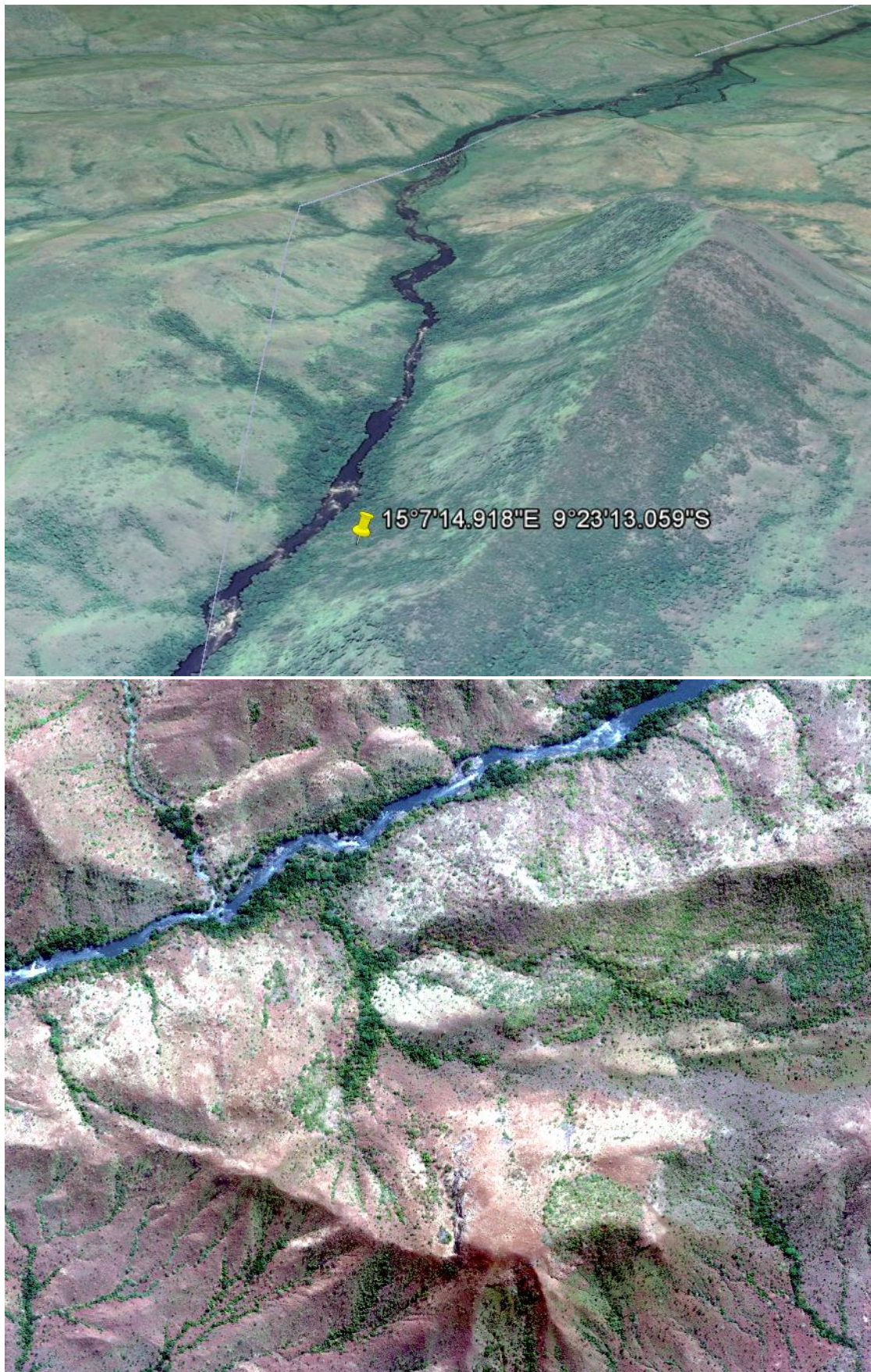


Figura 7: Excerto exemplificativo da mesma área de estudo com ferramentas distintas. Em cima: GoogleEarth (software utilizado apenas como suporte secundário); em baixo: excerto da área de estudo (imagens de satélite Worldview-2).





Figura 8: Excerto de imagem do satélite Worldview-2 para a área de estudo.

### 3. Metodologia

#### 3.1. Enquadramento da problemática

O projeto MGCP surgiu em 2003 no âmbito das agências nacionais de defesa produtoras de informação geográfica, após a conclusão do programa Vector Map 1 (VMAP 1)<sup>2</sup>, cujo objetivo principal era a aquisição de dados geográficos vetoriais, em suporte digital, às escalas de 1:1 000 000 e 1:250 000; por sua vez, o objetivo do projeto MGCP é mapear as áreas de maior interesse, a nível mundial, às escalas 1:50 000 e 1:100 000, através da aquisição de dados vetoriais geográficos em plataforma SIG, com o intuito de apoiar e sustentar espacialmente os sistemas militares de apoio à decisão, assim como missões de interesse público e/ou ações humanitárias.

O MGCP iniciou-se com a elaboração de um memorando de entendimento entre 28 países. Com o avançar do projeto, juntaram-se mais três países – África do Sul, Coreia do Sul e Japão –, sendo o projeto composto, atualmente, por 31 países (líderes<sup>3</sup> e associados<sup>4</sup>); consideram-se países líderes os que têm acesso a toda a informação geoespacial adquirida, visto que são os que mais produzem e, ao mesmo tempo, possuem grandes responsabilidades administrativas, supervisionando as células adquiridas pelos países associados, garantido, assim, a qualidade e rigor da aquisição. Por outro lado, os países associados só têm acesso à informação por eles produzida e, também, consoante a sua capacidade de produção, por cada célula concluída têm acesso a outras três de outros países.

O projeto se encontra dividido em três grupos que colaboram em conjunto para o sucesso do projeto:

- Grupo Plenário: composto por representantes de todos os países que compõem o MGCP; este garante a implementação dos objetivos do memorando de entendimento.

---

<sup>2</sup> Base de dados de cobertura mundial definidos pela especificação dos EUA, à escala 1:250 000.

<sup>3</sup> Alemanha, Austrália, Canadá, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos da América, França, Itália, Noruega, Reino Unido e Suécia.

<sup>4</sup> África do Sul, Bélgica, Coreia do Sul, Croácia, Eslováquia, Estónia, Finlândia, Grécia, Holanda, Hungria, Japão, Letónia, Lituânia, Moldávia, Nova Zelândia, Polónia, Portugal, República Checa, Roménia e Turquia.

- Grupo de Orientação: composto por membros dos países líderes; monitoriza todas as políticas e planeamento do projeto
- Grupo Técnico: composto pelos membros de todos os países em cima mencionados; controla os requisitos técnicos do projeto e tem, também, a seu cargo o desenvolvimento e manutenção do *Technical Reference Documentation* (TRD).

### 3.2. Dados

Para o projeto foram utilizadas imagens *WorldView-2*, disponibilizadas pela NGA (*National Geospatial-Intelligence Agency*). A tabela IV resume os metadados das imagens utilizadas.

Tabela IV: Dados utilizados para a aquisição da informação geográfica da célula E015S10.

Satélite	WorldView-2
Sensor	Rastreadores de estrelas
Formato da imagem	GeoTIFF (raster)
Sistema de referência	WGS84
Data de aquisição	Julho 2010
Inclinação do sensor	98º
Altitude	770km
Produtor de dados	Digital Globe
Resolução temporal	s./d.
Resolução radiométrica	2 <sup>11</sup> bits
Resolução espectral	8 bandas
Banda	
B1	Vermelho
B2	Verde
B3	Azul
B4	Infravermelho próximo
País	Angola
Área de estudo	Lucala, Kwanza Norte, Angola



### 3.3. Catálogo de objetos

O projeto MGCP, por si só, obedece a um conjunto de regras definidas pelo grupo plenário, que dão origem, desta forma, ao catálogo de objetos do MGCP. Este catálogo é baseado no DFDD (*DGIWG Feature Data Dictionary*)<sup>5</sup>.

A referência técnica com as especificações do projeto intitula-se MGCP TRD3 (*Technical Reference Documentation V 3.0*), e constitui-se por cinco componentes integradas:

- *SIM (Semantic Information Model)* - é um documento que enuncia conceptualmente as relações entre as diferentes entidades geográficas previstas no Catálogo de Objetos.
- *Metadata Specification* - é um documento que enuncia os requisitos necessários para o preenchimento dados não geográficos.
- *Extraction Guide* - constitui uma das partes da documentação técnica que suporta o projeto e fornece orientação na extração das entidades geográficas previstas no Catálogo de Objetos.
- *QA Cookbook* – este documento descreve detalhadamente os procedimentos a tomar pelo controlo de qualidade.
- *Data review Guidelines* – define os requisitos de validação com base nas especificações de extração dos dados.

---

<sup>5</sup> Encontra-se disponível em <https://www.dgiwg.org/FAD/>

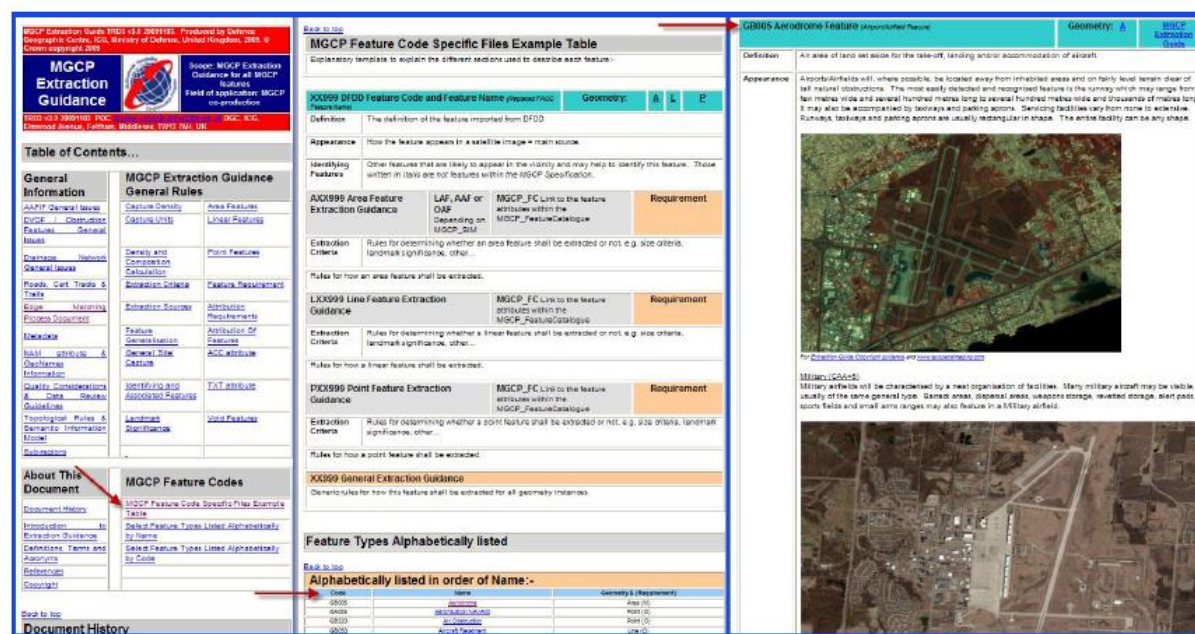


Figura 9: Guia de extração MGCP. Fonte: OLIVEIRA, 2013.

No presente projeto, o modelo vetorial constitui a sua base, garantindo-se, deste modo, a definição adequada da métrica espacial dos objetos (materialização do seu referencial espacial), assim como, a definição rigorosa da geometria dos objetos no que à validação diz respeito.

De modo a cumprir os pressupostos definidos nas especificações do projeto, esta apresenta várias fases, entre as quais se destacam:

- Obtenção das fontes de dados primários;
- Validação das fontes de dados primários;
- Aquisição das entidades geográficas;
- Controlo de qualidade/validação dos dados vetoriais;
- Exportação da informação geográfica para *shapefile*. (SEQUEIRA et al., 2006)

A informação é adquirida da *GeoDataBase* (GDB) empresarial, por áreas correspondentes a cada etapa de produção. Através do *software ArcGIS* da ESRI, especificamente, utilizando a extensão *Production Mapping* e *Defense Mapping*, é possível garantir os requisitos estipulados para o projeto. Com estas duas extensões é possível gerir, de forma eficaz, bases de dados topográficos e a produção cartográfica, assim como, ajudar as organizações que produzem informação geográfica a alcançar

economias de escala através da gestão e publicação de dados e produtos cartográficos com menos recursos.

### 3.4. Fonte de dados primários

O Centro de Informação Geoespacial do Exército (*CIGeoE*) procede às correções radiométricas, georreferencia as imagens e produz os respetivos Modelos Digitais de Terreno (MDT).

Além destas fontes primárias, surgem outros dados de referência, igualmente importantes que apoiam os trabalhos de aquisição como:

- Modelo Digital de Terreno (MDT);
- Ortofotos cedidas por autoridades e organismos oficiais;
- Raster de edições antigas de cartas do CIGeoE;
- Dados vetoriais já existentes

Para a realização deste trabalho utilizaram-se imagens multiespectrais do satélite WorldView-2.

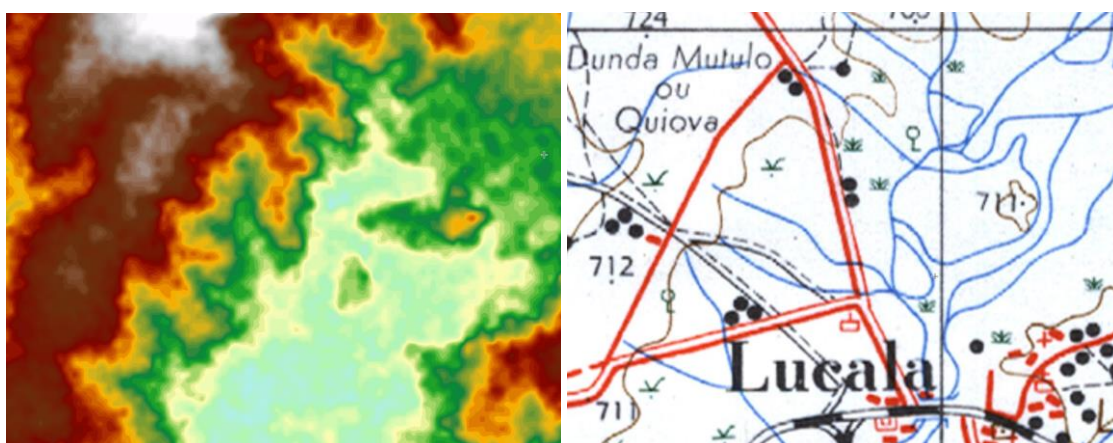


Figura 10: Informação auxiliar; à esquerda Modelo Digital de Terreno e à direita raster de Angola 1950.

### 3.5. Extração da informação geográfica

Segundo o TRD, para se proceder à extração da informação geográfica é importante ter em atenção uma das regras definidas para o projeto – toda a área de produção deve estar coberta com uma das seguintes *landcovers*: *extraction mine, quarry, built-up area, tidal water, bog, marsh, swamp, canal, ditch, lake, reservoir, rice*

*field, river, sabkha, moraine, glacier, snow and/or ice field, tundra, soil surface region, sand dunes, crop land, grassland, ticket, oásis, wood, cleared way, void collection area.* As *landcovers* podem ser consideradas como as principais “camadas” definidas pelo projeto; estas devem ser contíguas.

Para se iniciar a aquisição direta da informação geográfica, é importante aumentar consideravelmente a escala de visualização, consoante o tipo de objeto a extrair. Esta variação varia entre 1:3 000 e 1:1 000, ou seja, as linhas de água, por exemplo, não deverão ser adquiridas a uma escala superior a 1:3 000; por sua vez, a rede viária poderá ser adquirida com uma escala de 1:1 000.

### 3.5.1. Elementos lineares

#### 3.5.1.1. Hidrografia

O *CIGeoE* adotou como metodologia iniciar a aquisição da informação geográfica pela rede hidrográfica pois, por ser um recurso natural, os restantes objetos desenvolvem-se a partir deste, como as estradas e as casas por exemplo. Esta vectorização deve ser feita de montante para jusante.

Como referido anteriormente, a aquisição direta de dados espaciais deve ser feita de acordo com as normas do projeto MGCP que estão enumeradas no catálogo de objetos. O processo de aquisição iniciou-se pela vectorização dos cursos de água lineares; estes deverão apresentar um comprimento  $\geq 300$  m e distância entre margens  $< 25$  m; se a largura do rio for  $\geq 25$  m, deverá adquirir-se este objeto em forma de polígono, sendo que deverá apresentar, também, um comprimento  $\geq 300$  m (figura 11). Além disso, as linhas de água devem ainda apresentar uma distância entre linhas de 200 m.



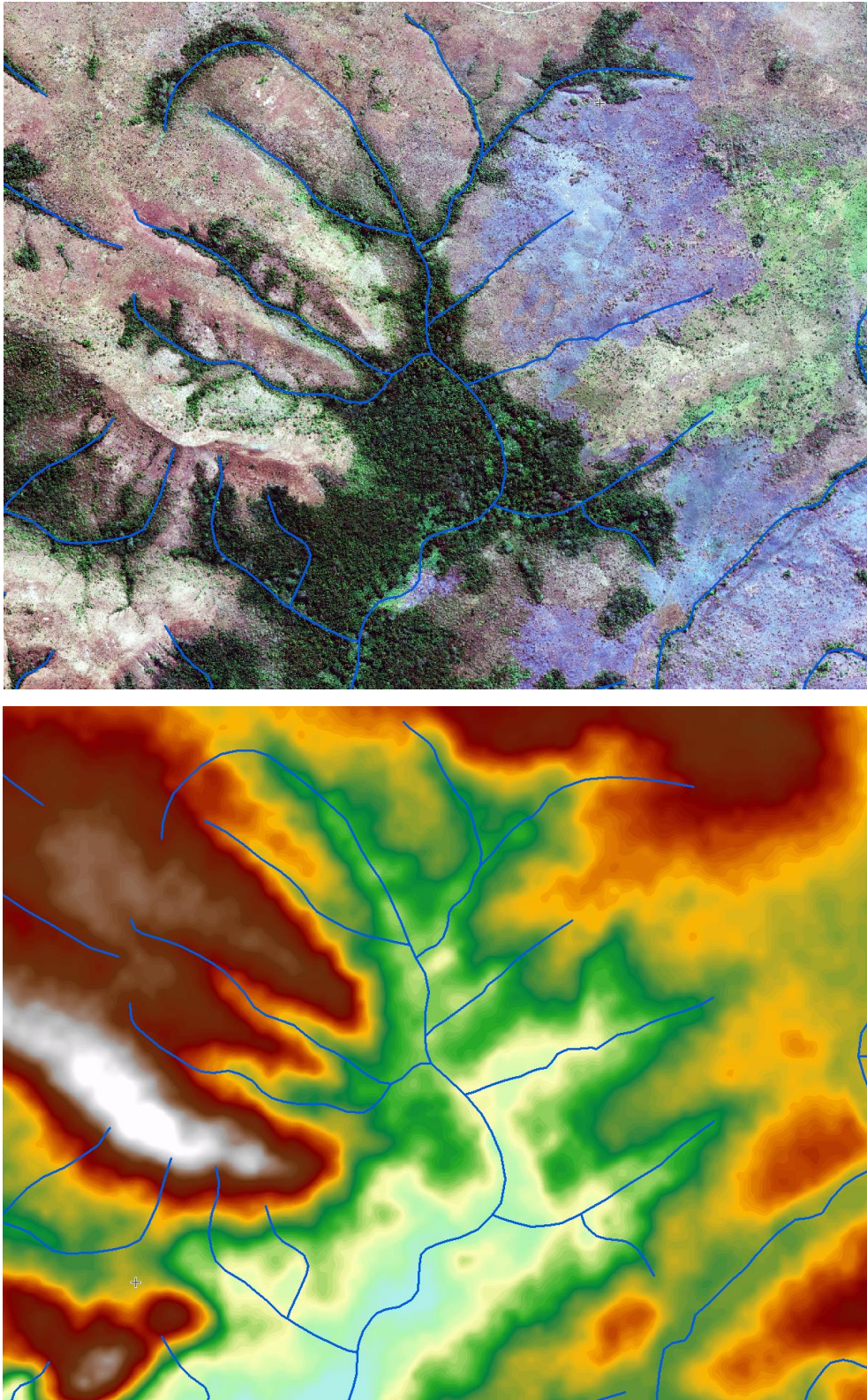


Figura 11: Exemplo de aquisição de um rio, em forma de linha e polígono.

A utilização do *raster* antigo (1950) de Angola e do Modelo Digital de Terreno permitiram desfazer dúvidas que surgiram ao longo da aquisição tais como, por onde passa a linha de água quando a sua envolvente estava coberta por vegetação ou, por exemplo, quando há dificuldade em diferenciar uma linha de água dos caminhos, sobretudo o caminho de pé posto, em terrenos mais planos.



Após a aquisição da rede hidrográfica é possível verificar que além de existir um maior número de linhas de água face às existentes no *raster*, estas estão posicionadas de forma mais correta face àquilo que é a realidade do terreno, como se pode confirmar pela figura 12, através da utilização do MDT.





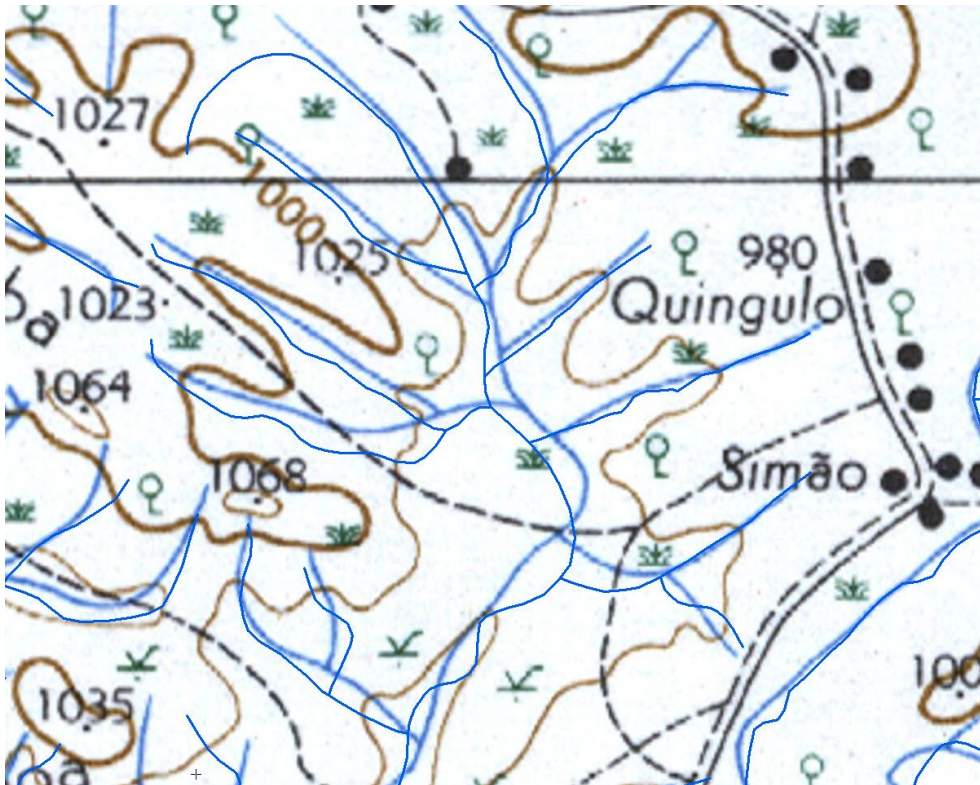


Figura 12: Posicionamento das linhas de água face à imagem de satélite, ao Modelo Digital de Terreno e ao raster de Angola de 1950.

### 3.5.1.2. Rede viária

O catálogo diferencia três tipos de caminhos, pé posto (*trail*), carreteiro (*car track*) e estradas (*road*); de acordo com o catálogo de objetos, no que respeita à rede viária, estas para serem adquiridas deverão apresentar um comprimento  $\geq 300$  m e uma distância entre si de, pelo menos, 300 m.

Os caminhos de pé posto são, de forma geral, superfícies de menor resistência e podem adquiridos como tal desde que a sua largura não exceda 1,5 m; esta largura é a suficiente para passar somente homens ou animais de carga. Os caminhos carreteiros são facilmente identificáveis uma vez que apresentam duas fissuras paralelas, sobretudo quando atravessam solos macios e deverão apresentar uma largura  $\geq 1,5$  m e  $< 2,5$  m. As estradas representadas, por norma, por linhas retas e bem definidas, com largura  $\geq 2,5$  m (figura 13).



Figura 13: Exemplo de aquisição da rede viária. A: Linha ferroviária; B: Estrada; C: Caminho carreteiro; D: Caminho pé posto.



De forma geral, é possível afirmar que não se verificaram grandes dificuldades para identificar e/ou distinguir um caminho carreteiro de um caminho de pé posto, uma vez que a dupla marca que indica a passagem de rodas era bem visível nas imagens utilizadas, facilitando assim, a identificação dos objetos. Contudo, nos locais onde a vegetação é mais densa foi mais complicado aferir por onde passaria concretamente o caminho, recorrendo, algumas vezes, ao *Google Earth*.







Figura 14: Vetorização de caminhos menos visíveis para o operador.

#### 3.5.1.3. Outros elementos lineares

Uma vez adquiridas as linhas de água e a rede viária, há elementos que, logicamente terão que surgir quando estes dois elementos/objetos se intercetam, como uma ponte ou um aqueduto, por exemplo. Deste modo, quando são adquiridas as linhas de água e a rede viária é importante colocar estes objetos (pontes ou aquedutos) de forma a minimizar erros que possam surgir posteriormente; estes podem ser adquiridas em forma de ponto, se o seu comprimento seja  $< 5$  m, ou linha, se o comprimento for  $\geq 5$  m.

Todos os elementos lineares deverão apresentar um comprimento igual ou superior a 300 m, exceto as pontes, sendo que estas deverão apenas apresentar um comprimento igual ou superior a cinco metros, como referido anteriormente.

### 3.5.2. Elementos pontuais

A implementação pontual, segundo o catálogo de objetos MGCP, para ser adquirida deve apresentar uma distância mínima de 35 m entre pontos. Os elementos mais representativos neste tipo de implementação pontual são, naturalmente, as habitações, que o documento de referência diferencia em dois tipos: as de habitação precária (*hut*) e edifícios (*building*). Os *hut points* caracterizam-se pela sua construção de baixo custo, com materiais como o barro, folhas de palmeiras ou até mesmo palha; por norma, são de habitação temporária, de forma a acompanhar o atividade sazonal de gado. Por sua vez, os *building points* podem caracterizar-se pela sua altura, cobertura e por, geralmente se encontrarem em regiões mais desenvolvidas, próximo da rede viária; para serem adquiridos como pontos, devem apresentar-se isolados ou numa área inferior a 625 m<sup>2</sup> (figura 15).



Figura 15: Exemplo de aquisição de edifícios com área superior a 625 m<sup>2</sup>.

Ao longo da aquisição dos elementos apresentados anteriormente, verificou-se alguma dificuldade pois, por vezes, os elementos confundem-se entre eles; deste modo, a solução encontrada foi a alteração dos níveis de contraste e brilho das imagens (figura 16 e 17).





Figura 16: Diferença dos níveis de contraste e brilho (habitação precária).



Figura 17: Diferença dos níveis de contraste e brilho (casas).

### 3.5.3. Elementos poligonais

Segundo o catálogo de objetos do projeto, para adquirir um elemento sob a forma de polígono é necessário que o mesmo apresente uma área igual ou superior a 15,625 m<sup>2</sup>. Neste trabalho, há pelo menos, três elementos que se destacam dos outros, pela dimensão que ocupam, ou seja, pela representação que têm na área de aquisição: solo exposto (*soil surface region*), vegetação rasteira (*ticket*) e agricultura (*crop land*). O documento de referência define solo exposto como sendo uma área de terra que se apresenta de forma homogênea relativamente a determinada característica de solo. A vegetação representa áreas com plantas lenhosas de baixo crescimento, que não ultrapassam os 3 m de altura; neste elemento é importante diferenciar a densidade da vegetação, ou seja, se esta é densa deverá considerar-se área de vegetação 51 (*ticket 51-100*), por sua vez se for esparsa deverá caracterizar-se

como área de vegetação 25 (*ticket 0-25*). No que diz respeito à agricultura, deverão ser consideradas como tal, todas as áreas que sejam utilizadas para cultivo; neste caso, como é difícil identificar o tipo de cultura que está cultivado, a única característica a que deve ser feita referência é a existência ou não de árvores (*farming pattern*). A figura 18 ilustra a forma como são adquiridas os elementos poligonais.

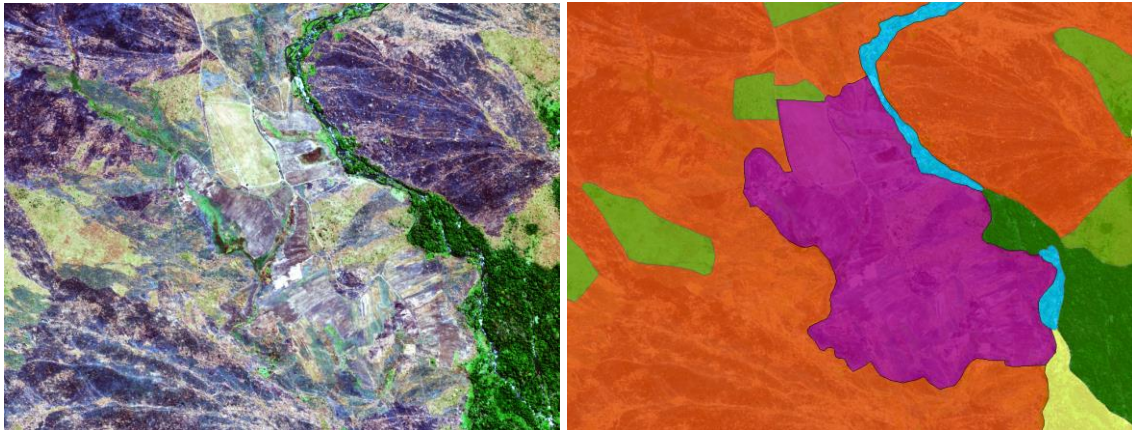


Figura 18: Exemplo de aquisição dos elementos poligonais. Azul: rio; verde escuro: ticket 51; verde claro: ticket 25; roxo: agricultura; amarelo: pântano (swamp).

Ainda assim, é importante realçar também as áreas urbanas, que embora mais dispersas e com menos representação no território, são um elemento de referência na aquisição, nomeadamente a localidade de Lucala<sup>6</sup>, que é a mais representativa e significativa, do ponto de vista dimensional, na área de aquisição. Para ser adquirido sob polígono, a região edificada deve apresentar uma área igual ou superior a 15,625 m<sup>2</sup> (figura 19).



Figura 19: Exemplo de aquisição de uma área urbana.

---

<sup>6</sup> É uma vila e município da província do Kwanza Norte; ocupa uma área com cerca de 1,718 km<sup>2</sup>, com cerca de 42 mil habitantes.

### 3.6. Validação

A validação é um processo de verificação de toda a informação geográfica adquirida; nesta fase é possível identificar e retificar todos os erros que surgiram ao longo da aquisição. Os erros podem ser de três tipos:

- Erros de forma ou de geometria: são erros que alteram a forma dos objetos geográficos;
- Erros topológicos: geram informação incorreta na base de dados no que ao modelo semântico diz respeito, ou seja, sobreposição de objetos, “buracos” entre objetos, entre outros;
- Erros de atributos: criados pelo preenchimento incorreto da tabela de atributos de determinado objeto.

A primeira fase da validação passa pela utilização da ferramenta de topologia do próprio *ArcGIS*, que aplicado ao MGCP, permite identificar, por exemplo, áreas sobrepostas ou linhas multipartes (figura 20). Após a identificação e correção dos erros (representados a vermelho na área de trabalho), é importante utilizar novamente a mesma ferramenta de modo a confirmar que todas as alterações foram efetuadas.



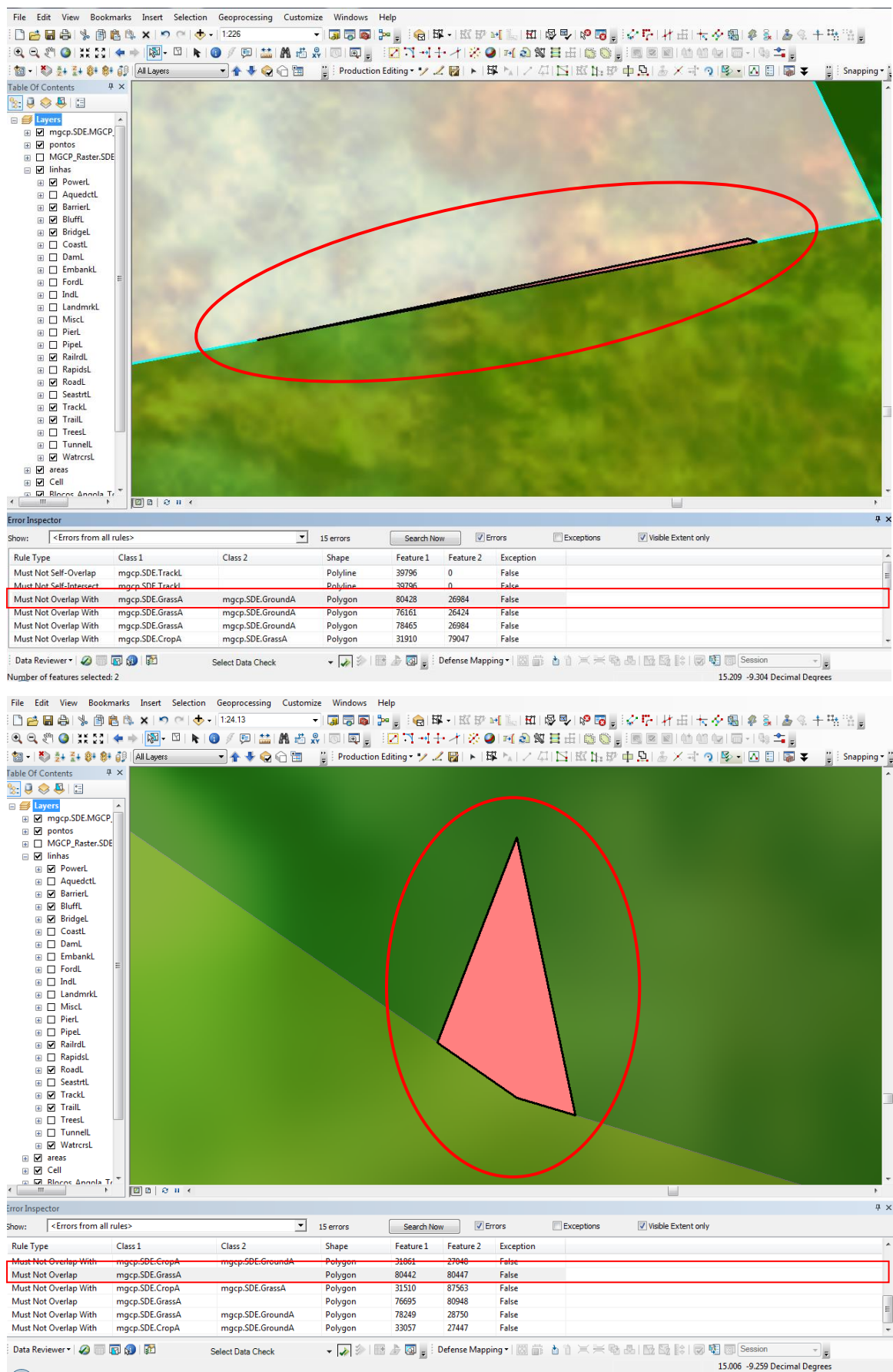


Figura 20: Tipos de erros topológicos.

O próximo passo prende-se com a utilização da ferramenta de validação *Data Reviewer*; esta ferramenta pode aplicar-se desde um elemento geográfico à totalidade da base de dados. O *Data Reviewer* verifica um conjunto de regras pré-definidas para o projeto MGCP, em conformidade com o TRD e permite identificar erros topológicos – vértices duplicados, vértices com mais de 500 m de distância entre eles, comprimento mínimo de linhas, polígonos com área mínimas, distância entre pontos, áreas contíguas que não estão unidas (e que apresentem os mesmos atributos), entre outros –, e erros tabelares, como o não preenchimento de campos obrigatórios, por exemplo.

A utilização do *Data Reviewer* permite-nos a criação de uma base de dados com os vários erros que possam surgir.

Após a correção dos erros identificados é importante utilizar novamente a ferramenta do *Data Reviewer* de forma a garantir que todos os erros foram corrigidos. Posto isto, procede-se à exportação de toda a informação geográfica para o formato *shapefile*, em ambiente *ArcGIS*.

Por fim, a última etapa do processo de validação prende-se com a utilização de um *software* semelhante ao anterior, o GAIT<sup>7</sup> (*Geospatial Analysis Integrity Tool*). Ao criar um projeto no GAIT, o *software* cria uma série de pasta como “*exported\_shapefiles*” com as *shapefiles* dos erros ou “*attribution\_errors*” com os erros de atributos e um ficheiro *word* com o relatório dos erros identificados.

---

<sup>7</sup> *Software* definido pelo MGCP como “validador” oficial.



## 4. Conclusão

Como referido ao longo do trabalho, o projeto MGCP tem como objetivo adquirir informação geográfica em formato vetorial, em suporte digital, para as áreas de maior interesse, a nível mundial, às escalas 1:50 000 e 1:100 000. Assim, face ao objetivo do projeto, foram vetorizados os elementos geográficos da área de estudo definida pelo quadrante delimitado nos seus vértices pelas coordenadas geográficas: 15º0'0"E 9º0'0"S - 15º0'0"E 9º30'0"S - 16º0'0"S - 16º0'0"E 9º30'0"S e 15º30'0"E 9º0'00"S, através de imagens de satélite multiespectrais do satélite Worldview-2.

Ao longo do trabalho foram descritas todas as etapas de vectorização durante este estágio, quer seja implementação linear, pontual ou poligonal. O trabalho iniciou-se pela vectorização da rede hidrográfica, de montante para jusante e pode dizer-se que esta foi a etapa mais demorada de todos elementos geográficos a vectorizar uma vez que por ser um projeto que trabalha a 2D verificou-se alguma dificuldade em compreender onde nascia o rio e onde este desaguava. Contudo, com o auxílio do Modelo Digital de Terreno, disponibilizado pela NGA, e com o recurso à cartografia antiga disponível no Centro de Informação Geoespacial do Exército, foi possível tirar algumas dúvidas que suscitaram ao longo da aquisição. Ainda assim, com o decorrer do estágio e com a experiência adquirida ao longo dos nove meses de estágio, pode dizer-se que o olho humano do operador ficou treinado para que esta aquisição fosse cada vez mais rápida e eficaz.

Uma vez adquirida a rede hidrográfica, passou-se então à aquisição da rede viária. Aqui é possível afirmar que a aquisição foi menos morosa uma vez que os caminhos/estradas foram facilmente identificáveis, por serem elementos contruídos pelo Homem e também face à muito alta resolução das imagens que permitiu diminuir a escala de visualização, aumentando o nível de pormenor, sem perder a qualidade da imagem.

No que à aquisição de elementos pontuais diz respeito, pode dizer-se que a maior dificuldade passou, sobretudo, para diferenciação de casas de habitação precária (*hut points*) dos edifícios (*building*), visto que, por vezes, não foi possível

diferenciar o tipo de construção e, por isso, foi necessário recorrer a informação auxiliar, como o *Google Earth* ou até mesmo alterar os níveis de contraste e brilho das imagens. Ainda assim, é importante referir que a informação auxiliar deve ser apenas utilizada como suporte em caso de dúvida e não como referência, pois em determinadas porções do território as imagens do *Google Earth* estão mais atualizadas que as disponíveis para o projeto (figura 21), contudo é importante ter em consideração que o Google Earth não é uma fonte oficial e, por isso, as imagens de referência são as disponibilizadas pela NGA para o projeto.



Figura 21: Imagem da esquerda (fornecida pela NGA) obtida em 03/07/2010; imagem da direita (*Google Earth*) obtida em 2/10/2014.

Por fim, relativamente aos elementos poligonais, a maior dificuldade passou pela aquisição do elemento geográfico *ticket* (vegetação rasteira), visto que este diferencia dois tipos de densidade de vegetação, o *ticket 25* quando a vegetação é mais esparsa e o *ticket 51* quando se verifica uma grande densidade de vegetação. A dificuldade passou, essencialmente, em diferencia uma densidade da outra, pois este conceito de vegetação densa e esparsa pode ser diferente de operador para operador e cada área tem as suas características morfológicas.

Em suma, é possível afirmar que os SIG constituem uma importante ferramenta nas sociedades atuais, pois através deste software é possível produzir inúmeros e variados produtos com diferentes finalidades, dependendo do objetivo de cada

trabalho. O projeto MGCP, ao adquirir informação geográfica das áreas de maior interesse (definidas pelos países participantes) pode, também, apresentar um cariz humanitário, através da disponibilização da informação geográfica produzida, servindo esta como suporte em casos de catástrofes naturais, por exemplo, como em 2014, com a erupção vulcânica em Cabo Verde, na ilha do Fogo. É importante continuar a apostar no desenvolvimento tecnológico e, sobretudo, no desenvolvimento dos SIG para que esta ferramenta ainda mais útil no dia-a-dia.

## 5. Bibliografia

- CAMPBELL, J., Wynne, R. (2011). *Introduction Remote Sensing*, London: Guilford Publications, Inc.
- CATALÃO, J. (2010). *Princípios e Aplicações de Detecção Remota*, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- JULIÃO, R. P. (2001). *Tecnologias de Informação Geográfica e Ciências Regional. Contributos Metodológicos para a Definição de Modelos de Apoio à Decisão em Desenvolvimento Regional*, Dissertação de Doutoramento no ramo de Geografia e Planeamento Regional, especialidade de Novas Tecnologias em Geografia, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.
- LECHIU, B. FILHO, P. & SOUSA, J. (2012). *Utilização de imagens orbitais de alta resolução em superfícies com níveis distintos de impermeabilização do solo urbano: caso Irati-PR*. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, Brasil, pp. 127-140.
- OLIVEIRA, Kelly (2013). *Extração direta de informação cartográfica de média escala para base de dados geográficos*, Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica – Tecnologias e Aplicações, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia.
- ROCHA, Fernando (2002). *Integração de Dados Estatísticos na Classificação de Imagens de Satélite*, Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
- SEQUEIRA et all. (2006). *Implementação do Projecto MGCP (Multinational Geospatial Co-Production Program) no IGeoE*, Boletim do Instituto Geográfico do Exército, pp. 4-11.
- WULDER et all. (2008). *Landsat continuity: issues and opportunities for land cover monitoring*, Remote Sensing of Environment, v. 112, 955-969.